

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-245869

(43)Date of publication of application : 19.09.1995

(51)Int.Cl.

H02H 5/10

(21)Application number : 06-032582

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 02.03.1994

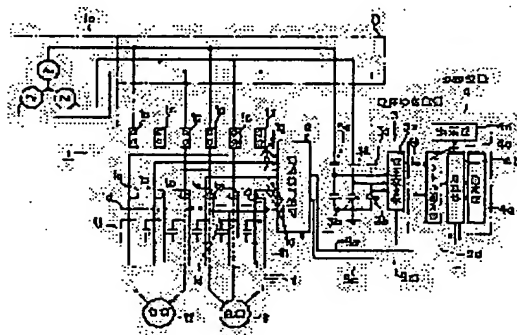
(72)Inventor :
WATANABE TAKAYASU
SHISHIDO MASAYUKI
NAKAZAWA RYUICHI

(54) INSULATION DETERIORATION DETECTION DEVICE FOR ELECTRIC EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect the deterioration of insulation without using GPT and further specify the position of insulation deterioration for every three-phase cable (feeder) and for every phase.

CONSTITUTION: In electric equipment in which a plurality of three-phase cables 1d for supplying electric power from three-phase a. c. power supply to each load have an independent sheath 1e, each current vector flowing from each sheath 1e of each phase of a three-phase cable 1d to the ground through a grounding line 1g is separately detected by a current detection device 2, and a voltage vector of each phase of a three-phase a. c. power supply 1a is separately detected by a voltage detection device, and the inner product of the each detected current vector and the voltage vector of each phase is computed by a vector computing part 4a. When the inner product value exceeds a predetermined value, it is decided that the three-phase cable 1d and the phase belonging to the inner product value which exceeds a predetermined value have the deterioration of insulation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-245869

(43) 公開日 平成7年(1995)9月19日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 H 5/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-32582

(22) 出願日 平成6年(1994)3月2日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 渡辺 能康

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内

(72) 発明者 矢戸 昌幸

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内

(72) 発明者 中沢 隆一

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内

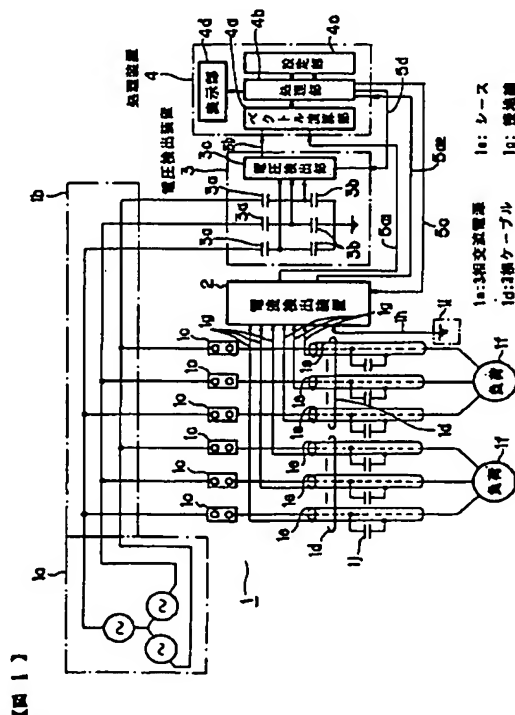
(74) 代理人 弁理士 武 顕次郎

(54) 【発明の名称】 電気設備の絶縁劣化検出装置

(57) 【要約】

【目的】 G P Tを使用することなく絶縁劣化を検出でき、さらに3相ケーブル（フィーダ）毎、相毎の絶縁劣化の部位の特定が可能な電気設備の絶縁劣化検出装置を提供すること。

【構成】 3相交流電源1 aから各負荷1 fへ電力を供給する複数の3相ケーブル1 dが各相毎に独立したシース1 eを持った電気設備において、3相ケーブル1 dの各相毎のシース1 eから接地線1 gを通じて大地に流れる各電流ベクトルを電流検出装置2で各別に検出し、また3相交流電源1 aの各相の電圧ベクトルを電圧検出装置3で各別に検出し、検出された各電流ベクトルと各相の電圧ベクトルの内積をベクトル演算部4 aで演算し、この内積値が所定の値を越えたとき、所定の値を越えた内積値に属する3相ケーブル1 d及びその相が絶縁劣化したと判定するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その両端が交流電源と負荷に接続され、交流電源から負荷へ電力を供給するケーブルがシースを持った電気設備の絶縁劣化検出装置において、上記ケーブルのシースから接地線を通じて大地に流れる電流ベクトルを検出する電流検出装置と、上記交流電源の電圧ベクトルを検出する電圧検出装置と、上記電流検出装置で検出された電流ベクトルと上記電圧検出装置で検出された電圧ベクトルの内積を演算する演算手段とを備え、この演算手段で演算された上記内積値が所定の値を越えたとき上記ケーブルが絶縁劣化したと判定するように構成したことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 2】 その両端が 3 相交流電源と複数の負荷にそれぞれ接続され、3 相交流電源から各負荷へ電力を供給する複数の 3 相ケーブルが各相毎に独立したシースを持った電気設備の絶縁劣化検出装置において、上記複数の 3 相ケーブルの各相毎のシースから接地線を通じて大地に流れる各電流ベクトルを各別に検出する電流検出装置と、上記 3 相交流電源の各相の電圧ベクトルを検出する電圧検出装置と、上記電流検出装置で各別に検出された各電流ベクトルと上記電圧検出装置で検出された各相の電圧ベクトルの各内積を演算する演算手段とを備え、この演算手段で演算された各内積値のうち少なくとも 1 つが所定の値を越えたとき、所定の値を越えた内積値の属する 3 相ケーブルおよびその相が絶縁劣化したと判定するように構成したことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 および請求項 2 のいずれか 1 つの項において、上記の判定する絶縁劣化レベルを複数段階にしたことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 4】 請求項 1 および請求項 2 のいずれか 1 つの項において、上記電流検出装置で検出された電流ベクトルの基本周波数成分を抽出するバンドパスフィルタと、上記電圧検出装置で検出された電圧ベクトルの基本周波数成分を抽出するバンドパスフィルタの少なくともいずれか 1 つを設けたことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 5】 請求項 2 において、上記電流検出装置で各別に検出された各電流ベクトルのピーク値を取り出す各ピークホールド回路を設け、上記各電流ベクトルのピーク値のうちの少なくとも 1 つが所定の値を越えたとき、所定の値を越えたピーク値の属する 3 相ケーブルおよびその相が絶縁劣化したと判定するように構成したことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 6】 請求項 2 および請求項 5 のいずれか 1 つの項において、上記電流検出装置で各別に検出された各電流ベクトルおよび上記各ピークホールド回路に取り出された各ピーク値のいずれか一方または両方を時分割式に選択して出力する第 1 の選択回路と、上記電圧検出装

置で検出された各相の電圧ベクトルを時分割式に選択して出力する第 2 の選択回路を設けたことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 7】 請求項 5 において、上記内積値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を連続地絡モード、上記ピーク値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を間欠弧光地絡モードとし、これらの絶縁劣化モードを表示する表示部を設けたことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【請求項 8】 請求項 1 および請求項 2 のいずれか 1 つの項において、上記ケーブルのシースをその長手方向において電氣的に複数の区間に分断し、この分断されたシースの各区間の間を外部信号により開閉制御可能なスイッチで接続し、このスイッチの開閉状態と、上記電流ベクトルと上記電圧ベクトルの内積値の変化から絶縁劣化したケーブルの区間を判定するように構成したことを特徴とする電気設備の絶縁劣化検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気設備の絶縁劣化を検出する装置に係り、特に絶縁劣化部位を特定することのできる絶縁劣化検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電気設備の絶縁劣化は、時間的に進展し、最終的には地絡事故や短絡事故に至る場合が多い。絶縁劣化の進展メカニズムは、複雑であるが、概ね次の 2 ケースが一般的である。まず第 1 のケースは、ケーブル被覆や導体支持絶縁体の傷や劣化部分から電流が漏れ始め、その漏洩電流により発生する熱、圧力、イオン等により傷や劣化が進展し、漏洩電流が徐々に増加し、やがて、完全破壊に至る。第 2 のケースは、絶縁部に存在するピンホール状の欠陥部分が、吸湿し、放電を発生するが、自己回復性の高い C V ケーブル等に於いては、放電時に発生するジュール熱により欠陥部が乾燥し、絶縁を回復する。しかし、放置すると、再び吸湿し、放電を繰り返すため、やがては、完全破壊に至る。後者のケースは、間欠弧光地絡と呼ばれ、劣化部には、パルス状の電流が流れることが、知られている。これに対し、前者のケースは、連続地絡と呼ばれ、劣化部には、電源周波数の持続電流が流れる。

【0003】前者のケースにおいて、漏洩電流は、絶縁劣化初期には数ミリアンペア以下の微小な値であり、負荷電流が流れている状態で検出する事は、難しい。しかし、最近の電気設備は、その負荷として、電子計算機等を持つ場合が多く、負荷を停止する事が、容易ではない場合が多い。

【0004】従って、負荷電流を流したままの状態で、微小漏洩電流を検出して絶縁劣化を初期に捕まえる事が必要になる。

【0005】このため、特開平 4-42726 号公報に

において、次のようなものが提案されている。通常は短絡されている接地用トランス（以下、GPTという）1次巻線の中性点と、アースとの間にスイッチを設け、絶縁劣化の診断時には、このスイッチを開放する。開放したスイッチの両端に直流電圧を印加し、電源設備からアースへの漏洩電流を計測し、計測完了後、前記のスイッチを閉じる。漏洩電流の計測結果、漏洩電流が予め定めた基準値を超過している場合には、電気設備を停止させ、複数の配電フィードの絶縁劣化を、個々に検査する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記の従来技術では、装置の構成上、GPTが必要不可欠であり、価格上昇と装置寸法の大形化を招いていた。又、電力会社からの受電形態によっては、GPTが設置できない場合があり、そのような場合には、前記従来技術の適用は、不可能であった。又、設備全体の絶縁劣化は判断できるが、絶縁劣化部分の特定は出来ないため、絶縁劣化検出後、電気設備を停止させた上で、改めて各部を切り離して個々の部分の絶縁抵抗を測定する等の方法が取られており、設備の保守に要する労力が大きかった。更に、地絡事故発生時には、GPT中性点とアース間に高電圧が発生し、絶縁劣化診断装置が破壊される可能性があるため、常時計測を行う事が出来ず、定期的に短時間の診断を実施するに止めざるを得ないゆえ、急速に進展する絶縁劣化に対処する事は、難しかった。

【0007】本発明の第1の目的は、GPTを使用することなく絶縁劣化の検出が可能な小型で安価な電気設備の絶縁劣化検出装置を提供することにある。

【0008】本発明の第2の目的は、さらに絶縁劣化の部位、すなわち、各負荷に接続された3相ケーブル（フィード）、3相ケーブルの相、あるいはケーブルの長手方向の区間単位での特定が可能な電気設備の絶縁劣化検出装置を提供することにある。

【0009】本発明の第3の目的は、さらにまた絶縁劣化程度あるいは絶縁劣化モードの判定が可能な電気設備の絶縁劣化検出装置を提供することにある。

【0010】本発明の第4の目的は、さらにまた絶縁劣化を誤動作することなく確実に検出することができる電気設備の絶縁劣化検出装置を提供することにある。

【0011】本発明の第5の目的は、さらにまた装置をより小型で安価にできる電気設備の絶縁劣化検出装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するため、本発明は、その両端が交流電源と負荷に接続され、交流電源から負荷へ電力を供給するケーブルがシースを持った電気設備の絶縁劣化検出装置において、上記ケーブルのシースから接地線を通じて大地に流れる電流ベクトルを検出する電流検出装置と、上記電源の電圧ベクトルを検出する電圧検出装置と、検出された上記電流

ベクトルと上記電圧ベクトルの内積を演算する演算手段とを備え、演算された上記内積値が所定の値を越えたとき上記ケーブルが絶縁劣化したと判定するように構成したことを特徴とする。

【0013】また、上記第2の目的を達成するため、本発明は、その両端が3相交流電源と複数の負荷にそれぞれ接続され、3相交流電源から各負荷へ電力を供給する複数の3相ケーブルが各相毎に独立したシースを持った電気設備の絶縁劣化検出装置において、複数の3ケーブルの各相毎のシースから接地線を通じて大地に流れる各電流ベクトルを各別に検出する電流検出装置と、3相電源の各相の電圧ベクトルを検出する電圧検出装置と、各別に検出された各電流ベクトルと各相の電圧ベクトルの各内積を演算する演算手段とを備え、演算された各内積値のうちの少なくとも1つが所定の値を越えたとき、所定の値を越えた内積値の属する3相ケーブル（フィード）およびその相が絶縁劣化したと判定するように構成し、あるいは、さらに加えて、各別に検出された各電流ベクトルのピーク値を取り出す各ピークホールド回路を設け、各電流ベクトルのピーク値のうちの少なくとも1つが所定の値を越えたとき、所定の値を越えたピーク値の属する3相ケーブル（フィード）およびその相が絶縁劣化したと判定するように構成し、あるいは、ケーブルのシースをその長手方向において電氣的に複数の区間に分断し、この分断されたシースの各区間の間を外部信号により開閉制御可能なスイッチにより接続し、このスイッチの開閉状態と、上記電流ベクトルと上記電圧ベクトルの内積値の変化から絶縁劣化したケーブルの区間を判定するように構成したことを特徴とする。

【0014】さらに、本発明の第3の目的を達成するため、本発明は、判定する絶縁劣化レベルを複数段階にし、あるいは、上記内積値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を連続地絡モード、上記ピーク値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を間欠弧光地絡モードとし、これらの絶縁劣化モードを表示する表示部を設けたことを特徴とする。

【0015】さらにまた、本発明の第4の目的を達成するため、本発明は、電流検出装置および電圧検出装置で検出された電流ベクトルおよび電圧ベクトルの基本周波数成分をそれぞれ抽出する各バンドパスフィルタを設けたことを特徴とする。

【0016】さらにまた、本発明の第5の目的を達成するため、本発明は、電流検出装置で各別に検出された各電流ベクトルおよび各ピークホールド回路に取り出された各ピーク値のいずれか一方または両方を時分割式に選択して出力する第1の選択回路と、電圧検出装置で検出された各相の電圧ベクトルを時分割式に選択して出力する第2の選択回路を設けたことを特徴とする。

【0017】

【作用】本発明は、検出された上記電流ベクトルと上記

電圧ベクトルの内積を演算し、この内積値が所定の値を越えたときケーブルが絶縁劣化したと判定するように構成したので、GPTを使用することなく絶縁劣化を検出することができる。

【0018】また、本発明は、3相ケーブル（フィーダ）毎、各相毎に上記電流ベクトルと電圧ベクトルの内積を演算し、または同様に上記ピーク値を取り出し、これらの内積値またはピーク値のうちの少なくとも1つが所定の値を越えたとき、その内積値またはピーク値の属する3相ケーブル（フィーダ）およびその相が絶縁劣化したと判定するように構成したので、複数の3相ケーブルのうちの絶縁劣化した3相ケーブル（フィーダ）、3相ケーブルの各相のうちの絶縁劣化した相を特定することができる。

【0019】さらに、本発明は、ケーブルのシースをその長手方向において電氣的に複数の区間に分断し、この分断されたシースの各区間の間を外部信号により開閉制御可能なスイッチにより接続し、このスイッチの開閉状態と、上記電流ベクトルと電圧ベクトルの内積値の変化から絶縁劣化したケーブルの区間を判定するようにしたので、ケーブルの長手方向の区間単位での絶縁劣化部位を特定することができる。

【0020】さらにまた、本発明は、判定する絶縁劣化レベルを複数段階にしたので、絶縁劣化の程度を判定することができ、あるいは、上記内積値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を連続地絡モード、上記ピーク値が所定の値を越えたとき間欠弧光地絡モードとし、これらのモードを表示する表示部を設けたので、絶縁劣化モードを判定することができる。

【0021】さらにまた、検出された上記電流ベクトルおよび電圧ベクトルの基本周波数成分をそれぞれ抽出する各バンドパスフィルタを設けたので、基本周波数成分に重畳されている高周波成分やノイズを除き、誤動作を防ぐことができる。

【0022】さらにまた、電流検出装置で各別に検出された各電流ベクトルおよび各ピークホールド回路に取り出された各ピーク値のいずれか一方または両方や、電圧検出装置で検出された各電圧ベクトルを時分割式に選択して処理するように構成したので、これらの処理部が装置全体でそれぞれ1つに削減できる。

【0023】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1～図5により説明する。

【0024】図1は、本発明による電気設備の絶縁劣化検出装置の全体構成図である。

【0025】絶縁劣化検出の対象となる電気設備1の一例として、次の設備を考える。3相の交流電源1aに接続される3相母線1b、3相母線1bにその1端が接続される複数の遮断器1c、遮断器1cの他端と複数の負荷1fに、両端が接続された複数の3相ケーブル1dか

ら構成され、前記3相ケーブル1dは、各相毎に独立したシース1e（シールドとも呼ばれる。）を持っている。

【0026】前記電気設備1の絶縁劣化検出装置の構成は次のようになる。各ケーブルのシース1eと電流検出装置2の入力端子を、接地線1gで接続する。電流検出装置2と処理装置4は、電流選択信号線5c及び電流信号線5a1、5a2により、接続されており、電流検出装置2は、処理装置4から電流選択信号線5cに出力された電流選択信号を受け、前記各ケーブルのシース1eから接地線1gを通して電流検出装置2の入力端子に流入し、接地線1hを通してアース1iに流出する電流に、後述の処理を施したのち、これを電流信号線5a1、5a2に出力する。一方、3相母線1bには電圧検出装置3が接続される。電圧検出装置3では、3相母線1bの各相の対地電圧を、本実施例では、各相と対地間に直列に挿入したコンデンサ3a、3bにより分圧して数十ボルトに減少させた後、電圧検出部3cの入力端子に接続する。電圧検出部3cと処理装置4は、電圧選択信号線5d及び電圧信号線5bにより、接続されており、電圧検出部3cは、処理装置4から電圧選択信号線5dに出力された電圧選択信号を受け、前記各相の電圧に、後述の処理を施したのち、これを電圧信号線5bに出力する。電流信号線5a1と電圧信号線5bは、処理装置4に含まれるベクトル演算部4aに接続されており、ベクトル演算部4aでは、電流信号及び電圧信号を取り込み、これらの内積を演算する。演算結果は、処理部4bに渡される。処理部4bでは、前記演算結果と、設定部4cから渡される劣化判定レベル設定値を基に絶縁劣化（連続地絡）の有無を判定し、絶縁劣化に関する判定結果を表示部4dに渡す。表示部4dでは、劣化3相ケーブル（フィーダ）、相、劣化程度を、保守担当者に示す。

【0027】また、電流信号線5a2は処理装置4の処理部4bに接続されており、処理部4bでは電流信号のピーク値を取り込み、設定部4cから渡される別の劣化判定レベル設定値を基に絶縁劣化（間欠弧光地絡）の有無を判定し、絶縁劣化に関する判定結果を表示部4dに渡す。表示部4dは上述と同様に劣化3相ケーブル（フィーダ）、相、劣化程度を、保守担当者に示す。

【0028】次に、本装置における電流信号と電圧信号の内積による絶縁劣化の検出原理を図2により説明する。図2の（a）のシース電流等価回路に示すように、ケーブルの中心導体1mに交流電源1aを接続し、シース1eを接地線1gを通じてアース1iに接続すると、中心導体1mとシース1e間に存在する浮遊容量1jを充電する電流が接地線1gに流れる。この時、接地線1gとアース1iの間に電流検出装置2を挿入すると、絶縁劣化が無い場合には、等価回路は図2の（b）に示すようになり、電流検出装置2を通過する電流ベクトルI

($=I_c$)は、電源電圧ベクトル V と90度の位相差を持つ。この時の電圧ベクトルと電流ベクトルの内積 P を演算すると、零と成る。一方、絶縁劣化部1kが存在する場合には、等価回路は図2の(c)に示すようになり、電流検出装置2を通過する電流ベクトル I ($=I_c + I_g$)は、電源電圧ベクトル V と90度の位相差を持つ浮遊容量1jの充電電流ベクトル I_c と、電源電圧ベクトル V と一致した位相を持つ漏洩電流ベクトル I_g の和となる。この時の電圧ベクトルと電流ベクトルの内積を演算すると、零とは成らず、電源電圧ベクトル V の絶対値と漏洩電流ベクトル I_g の絶対値の積と成る。従って、電源電圧一定の場合には、絶縁劣化の度合いが大きく、漏洩電流が大きいほど、前記の内積の結果も大きくなる。以上より、ケーブルのシース1eから接地線1gを通してアース1iへ流れ込む電流ベクトルと、電源電圧ベクトルの内積を演算する事により、絶縁劣化の有無及び劣化の程度が、検出可能となる。なお図において、各電流ベクトル、電圧ベクトルには I 、 V の上側に黒丸が付してある。

【0029】さて、電気設備の絶縁が劣化すると、図3に示したように漏洩電流が時間と共に増加し始める。漏洩電流が、予め定められた値 I_1 に達すると、保護装置により遮断器1cが開放され、負荷1fへの電力供給が停止されるように構成されるとき、漏洩電流が値 I_1 に達する前のこれより小さい値 I_2 の段階で、電気設備保守者に絶縁劣化の発生を知らせる事が出来れば、突然の電力供給停止は避けられる。そのためには、漏洩電流が値 I_2 よりも小さい段階で、検出する事が必要である。保護装置により遮断器1cを開放する漏洩電流の値は I_1 は、100～200ミリアンペア程度が一般的であり、電気設備の保守者が時間的に余裕を持って対処するためには、漏洩電流がそれより小さい数十ミリアンペアになった時点で、保全を実施する必要がある。従って、絶縁劣化検出装置としては、数ミリアンペア程度の漏洩電流を検出可能である必要がある。

【0030】ここで、電流検出装置2の構成、各部の動作、特徴を図4を用いて説明する。ケーブルのシース1eから接地線1gを通じて電流検出装置2に流入した電流は、補助変流器2aの1次側を通り、アース1iに流出する。この電流に比例した電流が、補助変流器2aの2次側に流れ、抵抗2bにより、補助変流器2aの1次側を流れる電流に比例した電圧に変換される。この電圧を、後段の処理装置4が取り扱えるレベルの、5から10ボルト程度になるように増幅器2cにより、増幅する。増幅器2cの出力は、2手に分かれ、一方は、直接、選択回路2gの一方のスイッチ2g1群の各入力端子の1点にそれぞれ接続される。他方は、ダイオード2dを通じてコンデンサ2eを充電する。これによりコンデンサ2eの両端には、増幅器2cの出力に現れる電圧のピーク値が記憶される。コンデンサ2eの両端は、選

択回路2gにより制御されるスイッチ2fの両端に接続され、スイッチ2fが閉じたときには、コンデンサ2eの両端の電圧はほぼ零となり、スイッチ2fが開いたときには、再び増幅器2cの出力に現れる電圧のピーク値が、記憶される。コンデンサ2eに記憶された電圧は、選択回路2gの他方のスイッチ2g2群の各入力端子の1点にそれぞれ接続される。選択回路2gは、電流選択信号線5cから入力される選択信号に従い、2つのスイッチ2g1、2g2群の各入力端子に入力された電圧の1つを選択し、電流信号として出力する。一方のスイッチ2g1群の各出力端子からそれぞれ出力される電流信号は、バンドパスフィルタ2hにより基本周波数成分が抽出された後、電流信号線5a1に出力される。この電流信号は、本来の信号である基本周波数の波形に、高調波や、ノイズが重畳した波形になっている。従来の装置では、基本周波数の波形成分が大きな領域を扱っていたため、問題とならない場合もあるが、本装置では、基本周波数の波形成分が小さな領域を扱わねばならないため、バンドパスフィルタの重要性は高い。バンドパスフィルタに要求される性能としては、基本周波数を中心とし、第3次以上の高調波成分が10%以下となる程度の能力が必要と考えられる。また、他方のスイッチ2g2群の各出力端子からそれぞれ出力される電流信号、すなわちコンデンサ2eに記憶された電圧のピーク値は直接、電流信号線5a2に出力される。

【0031】次に、電圧検出装置3cの構成、各部の動作、特徴を図5により説明する。3相母線1bの電圧が数百ボルト以上である場合は、直接この電圧を検出する事は困難であるため、例えば、本実施例に示されたように、3相母線1bの各相の対地電圧を、各相と対地間に直列に挿入したコンデンサ3a、3bにより分圧して数十ボルトに低減させた後、電圧検出部3cの入力端子に接続する。電圧低減の方法は、抵抗分圧等の方法でも良いが、電源電圧と検出電圧の位相が一致している事が重要である。低減された電圧は、補助変圧器3dを経由して増幅器3eに入力され、後段の処理装置4が扱えるレベルの、5から10ボルト程度になるように振幅調整される。増幅器3eの出力は、選択回路3fのスイッチの各複数の入力端子のそれぞれ1点に接続される。選択回路3fは、電圧選択信号線5dから入力される選択信号に従い、複数のスイッチの各入力端子に入力された電圧の1つを選択し、電圧信号として出力する。電圧信号は、バンドパスフィルタ3gにより基本周波数成分が抽出された後、電圧信号線5bに出力される。

【0032】次に、処理装置4の構成、各部の動作、特徴を図6により説明する。一方の電流信号線5a1と電圧信号線5bは、処理装置4に含まれるベクトル演算部4aに接続されており、ベクトル演算部4aでは、電流信号及び電圧信号を取り込み、これらの内積を演算する。演算結果は、処理部4bに内蔵される第1比較器4

1 b 1 の 2 つの入力端子の一方に接続される。第 1 比較器 4 1 b 1 の他方の入力端子には、第 1 設定部 4 c 1 から出力された基準値が接続される。基準電圧を小さく設定し過ぎると、装置の動作は敏感になるが、誤動作の可能性が増加するため、本装置導入時に調整を行い、誤動作の無い範囲で極力小さな設定値とするのがよい。そこで、保守担当者が、適用する設備に対応した地絡抵抗の判定レベルを、第 1 設定部 4 c 1 にて入力した結果を反映して、前記基準値を第 1 設定部 4 c 1 より出力する。即ち、絶縁劣化部分の抵抗が、1 メガオームに達した時点で、劣化の判定表示を行いたい場合には、母線電圧 6.6 キロボルトとすると、漏洩電流が約 3.8 ミリアンペア ($I = V \div R = 6600 \div \sqrt{3} \div 10^6 \approx 0.0038$) であるため、内積値は、約 25 VA ($= 6600 \times 0.0038 \approx 25$) となる。従って、ベクトル演算部 4 a での内積値が 25 VA となった場合に第 1 比較器 4 1 b 1 に出力される出力と同一値が、第 1 設定部 4 c 1 にて、保守担当者が 1 メガオームの設定を行った場合に出力されるようにすれば良い。第 1 比較器 4 1 b 1 では、ベクトル演算部 4 a からの出力と、第 1 設定部 4 c 1 からの出力を比較し、前者が後者より大きくなった場合に、絶縁劣化（連続地絡）と判定して劣化部判定器 4 2 b に劣化レベルを出力する。また、他方の電流信号線 5 a 2 は処理装置 4 に含まれる第 2 比較器 4 1 b 2 の 2 つの入力端子の一方に接続され、第 2 比較器 4 1 b 2 の他方の入力端子には第 2 設定部 4 c 2 から出力された基準値が接続される。第 2 比較器 4 1 b 2 では、他方の電流信号線 5 a 2 を通じて取り込んだ電流信号のピーク値、すなわち、上記コンデンサ 2 e に記憶された電圧のピーク値と、第 2 の設定部 4 c 2 から出力される基準値を比較し、前者が後者より大きくなった場合に、絶縁劣化（間欠弧光地絡）と判定して劣化部判定器 4 2 b に劣化レベルを出力する。第 1 および第 2 比較器 4 1 b 1, 4 1 b 2 からそれぞれ出力される劣化レベルは、第 1, 第 2 設定部 4 c 1, 4 c 2 からそれぞれ出力された複数の基準値を基に、上記内積値およびピーク値をこれらの各基準値と比較して n 段階の判定を行う。劣化部判定器 4 2 b では、第 1, 第 2 比較器から出力された劣化レベルと、フィーダ、相切り換え器 4 3 b から出力された判定部位を示す信号を取り込んで、各判定部位に対する劣化レベルを記憶する。記憶された劣化レベルは、表示部 4 d から読み取り可能な構成とし、保守者が、各判定部位を選択すると、その部分の劣化レベルが、表示部 4 d に表示される構成になっている。又、新たな劣化が発生した際は、保守担当者の操作無しでも、その劣化判定部位の名称と劣化レベルを、表示部 4 d に自動表示し、警報を発生する構成となっている。表示部 4 d に於ける具体的な表示項目は、3 相ケーブル（フィーダ）名称又は負荷名称、相、劣化モード（連続地絡、間欠弧光地絡の一方又は双方）、及び劣化レベル（n 段階）とす

れば良い。

【0033】フィーダ、相切り換え器 4 3 b から出力される電流選択信号及び電圧選択信号を図 7 により説明する。両信号は、電気設備を 3 相ケーブル（フィーダ）、相、劣化モードに分割して、時分割的に順次処理を行うために必要となる信号である。この信号を設ける事により、バンドパスフィルタ 2 h, 3 g、ベクトル演算部 4 a、第 1 および第 2 比較器 4 1 b 1, 4 1 b 2 が装置全体で 1 個のみに削減でき、コンパクトで、低価格の装置を構成することが可能になる。では、具体的な信号の説明を行う。まず、電圧選択信号は、本実施例の場合は、電源が 3 相であるため、第 1, 2, 3 相を選択する信号が、繰り返し出力される。これに対し、電流選択信号は、電流検出装置 2 に内蔵される選択回路 2 g の入力数を順次選択する信号が、繰り返し出力される。その出力は、各 3 相ケーブル（フィーダ）の切り換え、3 相ケーブル（フィーダ）内の相の切り換え（第 1, 2, 3 相）、相内の地絡モードの切り換え（連続地絡、間欠弧光地絡）を行うもので、その信号が変化する周期は、電圧選択信号の半分となる。具体的には、電流選択信号の変化周期は、数百ミリ秒とすれば良い。劣化部判定器 4 2 b に出力する劣化部位を示す信号は、前記電流選択信号と同様なものとすれば良い。

【0034】以上が、基本的な絶縁劣化検出装置の構成であるが、表示部 4 d にデータロギング機能を持たせ、絶縁劣化のトレンドを記録し、保全作業に利用することも出来る。

【0035】又、図 8 に示すように、ケーブルのシース 1 e を複数箇所で電氣的に分断し、分断したシースを、処理部 4 b からの信号より開閉制御可能なスイッチ 7 a の両端に接続する。本図では、シースを 3 分割し、スイッチを 2 個使用した例を、1 本のケーブルのみに関して示している。絶縁劣化部位 1 k が、電源 1 a 側からみてケーブルの 2 区画目に存在している場合、2 個のスイッチ 7 a, 7 b の開閉状態と、電流検出装置 2、電圧検出装置 3 にて検出される電流ベクトル $I (= I_c, I (= I_c + I_g))$ 、電圧ベクトル V の関係は、図 8 に示すようになる。従って、7 a, 7 b 共開いた状態から、7 a, 7 b の順で閉じていけば、電圧ベクトルと電流ベクトルの内積値は、次のように変化する。7 a, 7 b 共開いた状態から、7 a を閉じるまでは、内積値は零。7 a を閉じてから、7 b を閉じるまでは、内積値は、劣化電流 I_g により定まる非零のある値。7 b を閉じてても内積値は変化しない。この結果から、絶縁劣化部位 1 k が、7 a と 7 b の間に有ることが判定可能である。従って、シース間に接続したスイッチの状態と、電圧ベクトルと電流ベクトルの内積値を監視する事により、ケーブル中での劣化区間の限定が可能となり、劣化部分の補修を行うに当たって、従来必要であった劣化部位の探索作業時間の大幅な短縮が可能である。

【0036】なお、上記実施例においては、3相交流電源から複数の3相ケーブルを用いて複数の負荷に電力を供給する電気設備に適用した場合について説明したが、本発明はこれに限らず、単相交流電源から複数の単相ケーブルを用いて複数の負荷に電力を供給する電気設備に適用することも可能である。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電流ベクトルと電圧ベクトルを検出し、これらの内積を演算し、この内積値が所定の値を越えたときケーブルが絶縁劣化したと判定するようにしたので、GPTを使用することなく絶縁劣化を検出することが可能で、絶縁劣化検出装置を小型で安価にできるとともに、受電形態に関係なく設置することができ、さらに、絶縁劣化の検出に上記内積値を使用しているため、判定に際して、ケーブルの長さや種類によって変化する浮遊容量の影響を受けることもない。また、3相ケーブル（フィーダ）毎、各相毎に電流ベクトルと電圧ベクトルの内積を演算し、または同様に電流のピーク値を取り出し、これらの内積値またはピーク値のうちの少なくとも1つが所定の値を越えたとき、その内積値またはピーク値の属する3相ケーブル（フィーダ）およびその相が絶縁劣化したと判定するようにしたので、複数の3相ケーブル（フィーダ）のうちの絶縁劣化した3相ケーブル（フィーダ）、3相ケーブルの各相のうちの絶縁劣化した相を特定することができ、さらにケーブルのシースをその長手方向において電気的に複数の区間に分断し、この分断されたシースの各区間の間を外部信号により開閉制御可能なスイッチにより接続し、このスイッチの接続状態と、上記内積値の変化から絶縁劣化したケーブルの区間を判定するようにしたので、ケーブルの長手方向の区間単位での絶縁劣化部位を特定することができる。このように、3相ケーブル（フィーダ）、相、さらには区間単位での絶縁劣化部位の特定が可能であるため、絶縁劣化部位の探索作業時間を大幅に短縮し、保全作業を迅速に行うことができる。さらに、絶縁劣化レベルを複数段階にしたので、絶縁劣化の程度を判定することができ、あるいは上記内積値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を連続地絡モード、上記ピーク値が所定の値を越えたときの絶縁劣化を間欠弧光地絡モードとし、これらのモードを表示するようにしたので絶縁劣化モードを判定することができる。したがって、適切な時期に、適切な保全作業を行うことができる。さらにまた、上記電流ベクトル及び電圧ベク

トルの基本周波数成分を抽出するバンドパスフィルタを設け、重畳されている高調波成分やノイズを除いたので、誤動作を防いで絶縁劣化を確実に検出することができる。さらにまた、各別に検出された各電流ベクトル及び各ピークホールド回路に取り出された各ピーク値のいずれか一方または両方や、各別に検出された各電圧ベクトルを時分割式に選択して処理するようにしたので、これらの処理部が装置全体でそれぞれ1つに削減でき、装置をより小型かつ安価にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る電気設備の絶縁劣化検出装置の全体構成図である。

【図2】電流ベクトルと電圧ベクトルの内積による絶縁劣化の検出原理を示す説明図である。

【図3】電気設備の漏洩電流の時間変化の一例を示す特性図である。

【図4】電流検出装置の具体的構成図である。

【図5】電圧検出装置の具体的構成図である。

【図6】処理装置の具体的構成図である。

【図7】電流選択信号及び電圧選択信号のタイムチャートである。

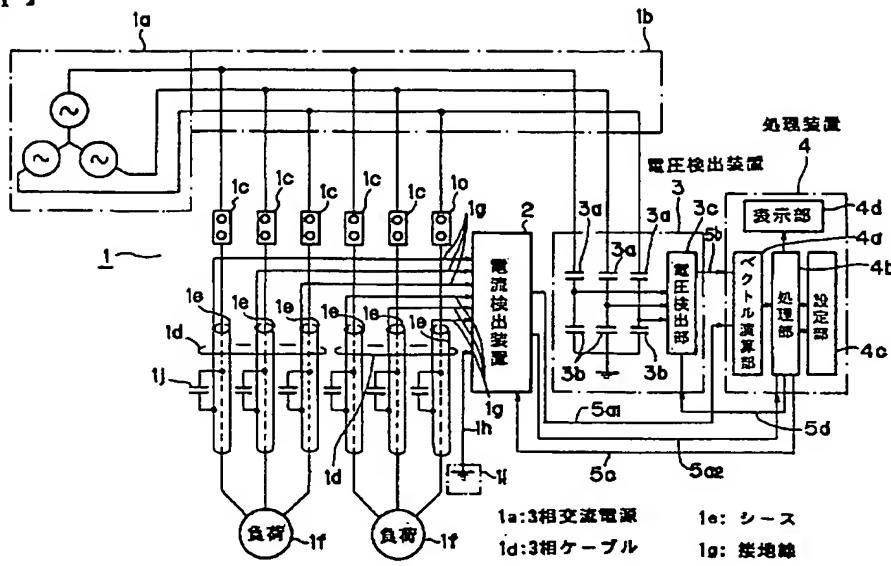
【図8】ケーブルの絶縁劣化区間を特定するための原理を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 a 3相交流電源
- 1 d 3相ケーブル
- 1 e シース
- 1 f 負荷
- 1 g 接地線
- 2 電流検出装置
- 2 e ピーク値記憶用コンデンサ
- 2 g 選択回路
- 2 h バンドパスフィルタ
- 3 電圧検出装置
- 3 f 選択回路
- 3 g バンドパスフィルタ
- 4 処理装置
- 4 a ベクトル演算部
- 4 b 処理部
- 4 c 設定部
- 4 d 表示部
- 7 a, 7 b スイッチ

【図1】

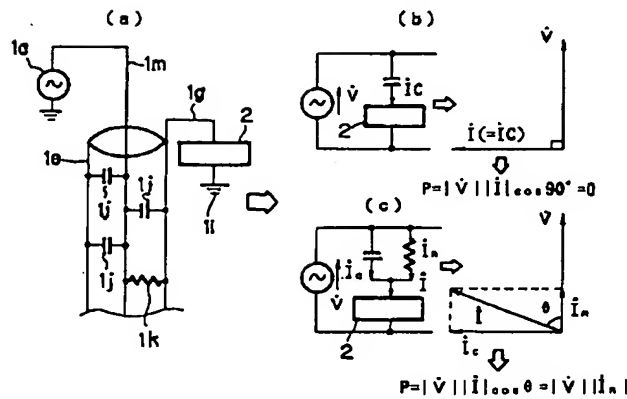
【図1】



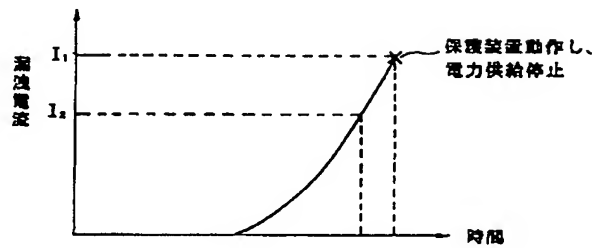
【図2】

【図3】

【図2】

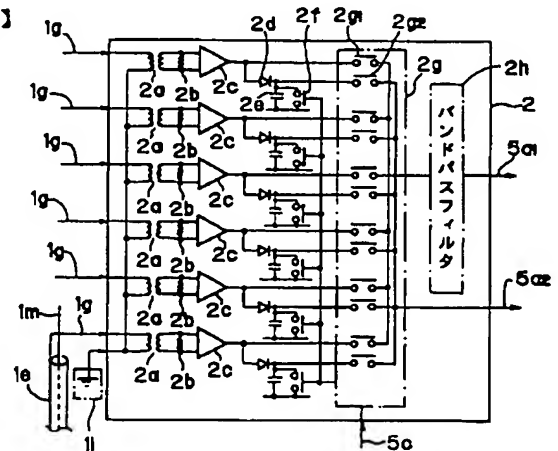


【図3】



【図4】

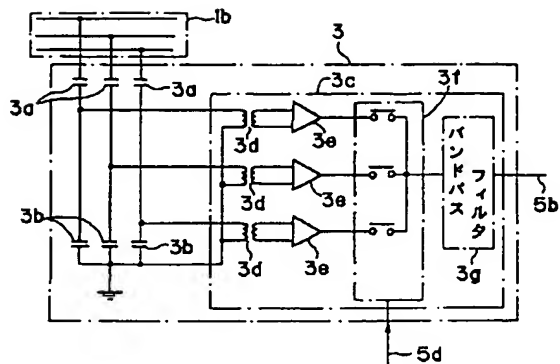
【図4】



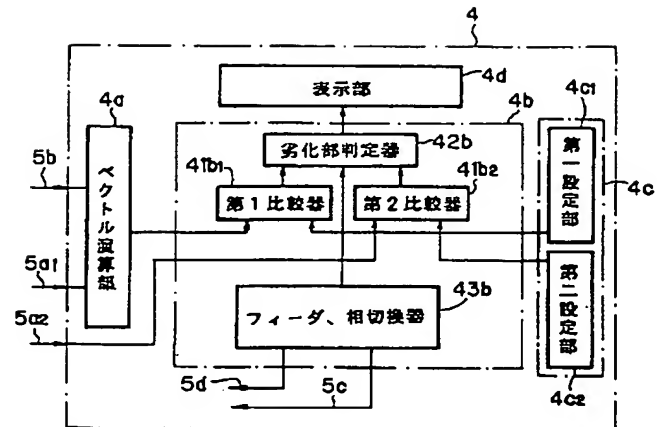
【図 5】

【図 6】

【例5】

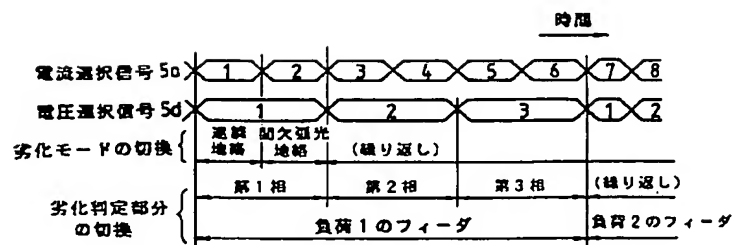


【圖 6】



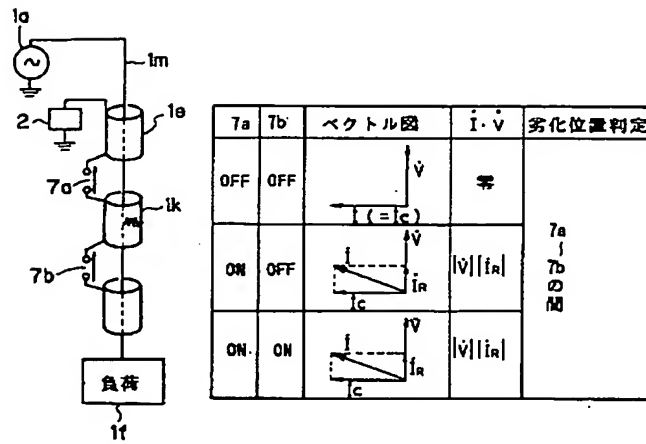
【図 7】

【圖 7】



【図 8】

【図 8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.